
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam rangka memasuki pembangunan jangka panjang, pemerintah menitik beratkan pembangunan nasional pada sektor industri. Dengan berbagai kebijakan yang diambil, pemerintah terus berupaya untuk menciptakan iklim segar bagi pertumbuhan industri, khususnya industri kimia. Pembangunan industri kimia ini ditekankan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pemanfaatan sumber daya alam yang ada dan menciptakan lapangan kerja baru, salah satunya adalah pabrik Isopropil Asetat. Perkembangan industri sebagai bagian usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan sebagai pembentuk struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang. Seiring dengan perkembangan industri tersebut, terjadi pula peningkatan kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu.

Dengan perkembangan peradaban manusia, dunia industri khususnya industri kimia dituntut lebih meningkatkan teknologinya baik dengan penemuan-penemuan baru maupun pengembangan teknologi sebelumnya. Di Indonesia, industri kimia kini mulai berkembang dan merupakan salah satu tulang punggung pendorong pertumbuhan industri-industri lainnya, misalnya industri kimia. Perkembangan industri sangat pesat mengingat kebutuhan bahan-bahan berbasis kimia diperlukan baik bagi rumah tangga maupun industri.

Senyawa isopropil asetat, $\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$, merupakan bahan yang banyak dipakai sebagai pelarut aktif beberapa resin sintetis seperti etil selulosa, selulosa asetat, selulosa butirat, selulosa nitrat, beberapa vinil kopolimer, polistiren, dan resin metakrilat. Pemakaian lain yang tidak kalah penting dari senyawa ini adalah sebagai pelarut (*solvent*) untuk *paints*, *coating*, pelarut tinta cetak (*printing ink*), campuran (*ingredients*) pada pembuatan parfum/kosmetik, serta sebagai *extracting agent* pada produksi

obat-obatan. Sifat fisis dan kimia yang berdekatan dengan etil asetat (pelarut cat) juga memungkinkan isopropil asetat dipakai untuk menggantikan peranan etil asetat dalam bidang aplikasi tertentu. Oleh karena itu, sejalan dengan perkembangan di bidang industri, diperkirakan kebutuhan akan bahan ini juga akan meningkat di Indonesia.

Salah satu bahan dasar pembuatan produk isopropil asetat adalah asam asetat dan isopropanol, produk isopropil asetat selama ini dilakukan impor guna memenuhi kebutuhan isopropil asetat di Indonesia. Dengan didirikan pabrik isopropil asetat di Indonesia diharapkan mampu memberikan keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

1.1.1 Menghemat sumber devisa negara

Dengan adanya pabrik isopropil asetat ini, diharapkan kebutuhan isopropil asetat dalam negeri bisa lebih terpenuhi dan mengurangi pasokan dari luar negeri. Sehingga mengurangi anggaran untuk membeli isopropil asetat dari luar. Begitu juga dapat membantu industri kecil yang menggunakan isopropil asetat untuk mendapatkan isopropil asetat dengan harga yang lebih murah. Jika produksi isopropil asetat dalam negeri sudah dapat terpenuhi dan mungkin berlebih, maka isopropil asetat ini juga bisa diekspor sebagai sumber devisa negara.

1.1.2 Membuka lapangan pekerjaan

Setelah pabrik isopropil asetat didirikan, akan dibutuhkan begitu banyak tenaga kerja dari semua bidang. Hal ini dapat mengurangi jumlah pengangguran dalam negeri. Juga dapat membantu dalam pemerataan ekonomi.

1.1.3 Proses alih teknologi Adanya produk yang dihasilkan melalui teknologi modern membuktikan bahwa sarjan-sarjana Indonesia mampu menyerap ilmu serta teknologi modern, dengan demikian kita tidak tergantung pada tenaga asing.

1.1.4 Memanfaatkan bahan baku asam asetat yang mudah didapatkan di dalam negeri.

1.1.5 Di Indonesia khususnya pulau Jawa bahan baku asam asetat mudah didapatkan, sehingga dapat mengurangi angka pengeluaran jika dibandingkan dengan membeli bahan baku di luar negeri.

1.2 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan pabrik isopropil asetat didasarkan pada pertimbangan- pertimbangan berikut :

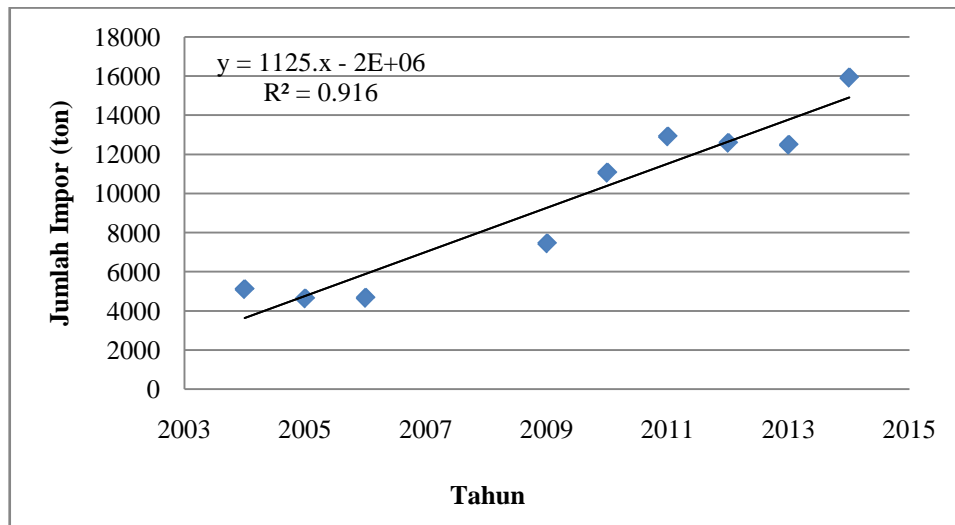
1.2.1 Proyeksi kebutuhan isopropil asetat di Indonesia dari tahun ke tahun.

Kapasitas produksi pabrik berpengaruh pada perhitungan teknis maupun ekonomis, tetapi terdapat faktor-faktor lain menentukan produksi, yaitu: kebutuhan pasar, kapasitas minimum pabrik, dan ketersediaan bahan baku. Berdasarkan data statistik, kebutuhan isopropil asetat di Indonesia mengalami fluktuasi. Kebutuhan isopropil asetat, diimpor setiap tahun dari tahun 2004 sampai tahun 2014, dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Data statistik impor isopropil asetat di Indonesia

No	Tahun	Jumlah Impor (ton/tahun)
1	2004	5.114,593
2	2005	4.636,805
3	2006	4.661,179
4	2009	7.446,505
5	2010	11.055,875
6	2011	12.911,189
7	2012	12.581,270
8	2013	12.486,000
9	2014	15.911.650

(Badan Pusat Statistik, 2004 - 2014).



Gambar 1. Data statistik impor isopropil asetat di Indonesia

Bila dilakukan pendekatan linier, akan diperoleh persamaan untuk data impor $y = 1125x - 2e+06$, Jadi pada tahun 2020 diperkirakan Indonesia membutuhkan isopropil asetat sebesar 272.500 ton/tahun.

Kapasitas pabrik harus didirikan di atas kapasitas minimum pabrik atau minimal sama dengan pabrik yang sudah ada. Hal tersebut dikarenakan pabrik yang telah didirikan tentunya telah memiliki analisis ekonomi mengenai kapasitas yang sesuai dan memberikan keuntungan. Pertimbangan kapasitas dilihat dari beberapa pabrik yang sudah berdiri. Kapasitas minimum pabrik isopropil asetat yang sudah berdiri adalah 12.000 ton/tahun dan berlokasi di Cina. Kapasitas maksimum pabrik isopropil asetat yang telah berdiri adalah 60.000 ton/tahun dan berlokasi di Cina.

1.2.2 Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku perlu diperhatikan guna menjamin kontinuitas produksi suatu pabrik. Bahan baku pembuatan isopropil asetat adalah asam asetat dan isopropanol. Bahan baku asam asetat diperoleh dari PT Indo Acidatama yang berlokasi di Surakarta dengan kapasitas produksi 32.000 ton/tahun, Sedangkan isopropanol diperoleh dari Nanjing hengsiman Chemical Co., Ltd yang berlokasi di Cina dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor pemilihan kapasitas

pabrik di atas, maka ditetapkan kapasitas pabrik isopropil asetat 50.000 ton/tahun.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat berpengaruh untuk keberhasilan dan kelangsungan hidup suatu industri, baik dari segi teknis maupun ekonomis, juga dapat memungkinkan untuk pengembangan di masa yang akan datang. Banyak faktor yang dipertimbangkan dalam memilih lokasi pabrik. Pendirian pabrik direncanakan di Kawasan Industri Cilegon. Lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 2.

Pertimbangan-pertimbangan yang akan diambil untuk lokasi ini adalah sebagai berikut:

1.3.1 Sumber bahan baku

Bahan baku adalah faktor utama dalam penentuan lokasi pabrik. Pabrik isopropil asetat akan didirikan di Kawasan Industri Cilegon, Jawa Barat, karena dekat dengan sumber bahan baku yaitu asam asetat. Bahan baku asam asetat diperoleh dari PT. Indo Acidatama, Surakarta dimana kapasitas produksinya sekitar 32.000 ton/tahun (PT Indo Acidatama, 2015). Dengan tersedianya bahan baku asam asetat yang relatif besar diharapkan kebutuhan bahan baku ini bisa terpenuhi. Sedangkan isopropanol diimpor dari Nanjing Hengsiman Chemical Co., Ltd, Cina dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun.

1.3.2 Pemasaran

Dengan berdirinya pabrik isopropil asetat di Cilegon, Banten, Jawa Barat, maka pemasaran produk akan lebih mudah sampai ke konsumen, yaitu pabrik-pabrik yang menggunakan isopropil asetat sebagai bahan baku, baik yang berlokasi di Jawa maupun di luar Jawa dan diharapkan kebutuhan akan isopropil asetat bisa tercukupi, juga membuka kesempatan berdirinya industri-industri lain yang menggunakan isopropil asetat sebagai bahan baku. Pemilihan kawasan industri Cilegon sebagai lokasi pabrik juga didasarkan pada kedekatannya dengan pasar, diantaranya PT Warna Agung, PT Hexa Prima Energy, PT Hutama Persada Mandiri, PT Duralux, PT Indonesia Toyo dan PT Chugoku

Paints di Tangerang. Isopropil asetat dipakai sebagai pelarut aktif beberapa resin sintetis seperti etil selulosa, selulosa asetat, selulosa butirat, selulosa nitrat, beberapa vinil kopolimer, polistiren, dan resin metakrilat. Pemakaian lain yang tidak kalah penting dari senyawa ini adalah sebagai pelarut (*solvent*) untuk *paints*, *coating*, pelarut tinta cetak (*printing ink*), campuran (*ingredients*) pada pembuatan parfum/kosmetik, serta sebagai *extracting agent* pada produksi obat-obatan. Produk yang dihasilkan haruslah sesuai dengan permintaan pasar yang akan membeli produk tersebut, baik dari segi kualitas produk, harga, bentuk dan sebagainya yang semua itu harus terpenuhi.

1.3.3 Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang, terutama untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan produk, dan pemasaran. Kawasan industri Cilegon memiliki sarana dan prasarana baik. Sarana transportasi, kedekatan dengan pelabuhan penyeberangan Merak (jarak 12 km). Adanya sarana transportasi ini, maka hubungan antar daerah tidak akan mengalami hambatan.

1.3.4 Fasilitas Air

Pabrik yang akan didirikan harus dekat dengan sumber air. Di Kawasan Industri Cilegon dapat diperoleh air yang cukup untuk keperluan pabrik, baik untuk utilitas maupun keperluan pabrik lainnya. Ketersediaan air sebagai air bahan baku maupun air proses telah tercukupi dari sumber-sumber air yang ada di sekitar Kawasan Industri Cilegon. Adanya Sungai cidanau membuat kebutuhan air untuk pabrik sangat tercukupi. Sarana-sarana pendukung seperti ketersediaan air yang di peroleh dari PT Krakatau Tirta Industri, pengadaan listrik diambil dari PLN setempat dan generator sebagai cadangan, kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT Pertamina (Persero).

1.3.5 Tenaga Kerja

Banyaknya penduduk di Pulau Jawa menyebabkan banyaknya orang yang membutuhkan pekerjaan. Dengan pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, sehingga mengurangi pengangguran di Indonesia, terutama di Kawasan Industri Cilegon. Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat, khususnya sekitar pabrik dan umumnya Pulau Jawa. Kawasan Cilegon merupakan

kawasan industri yang dapat menunjang tenaga kerja ahli dan tenaga kerja biasa.

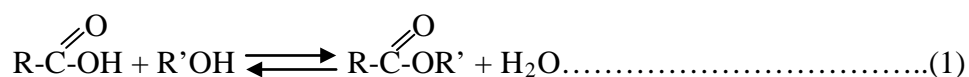
Selain faktor di atas, pemilihan Cilegon karena memiliki kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik dan tersedianya fasilitas umum, maka lokasi di Cilegon dirasa tepat untuk lokasi pendirian pabrik isopropil asetat.



Gambar 2. Lokasi pendirian pabrik isopropil asetat di Cilegon Banten

1.4 Tinjauan Pustaka

Ester dihasilkan apabila asam karboksilat dipanaskan bersama alkohol dengan bantuan katalis asam, misalnya asam sulfat pekat. Gas hidrogen klorida juga kadang kala dipergunakan. Reaksi esterifikasi berlangsung lambat dan dapat bolak-balik (*reversibel*). Persamaan untuk reaksi antara sebuah asam RCOOH dengan sebuah alkohol R'OH (dimana R dan R' bisa sama atau berbeda) adalah sebagai berikut:

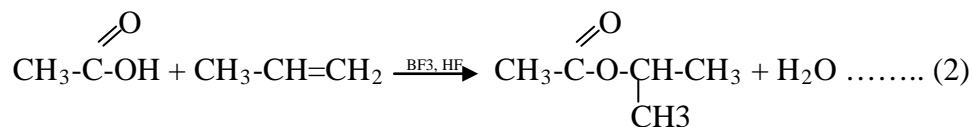


1.4.1 Macam-macam proses pembuatan isopropil asetat:

1.4.1.1 Proses Barse dan Morin

Proses menurut Barse and Morin adalah proses esterifikasi

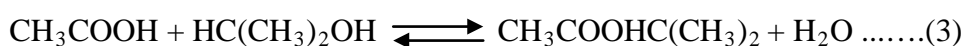
langsung propilen dengan asam asetat sehingga langkah pengambilan air di atas dapat ditiadakan menurut reaksi sebagai berikut :



asam asetat propilen isopropil asetat air

(Bearse dan Morin, 1978)

1.4.1.2 Proses Esterifikasi isopropil asetat dengan *Reactive distillation* Reaksi :



Asam asetat isopropanol isopropil asetat air

Proses pembuatan ester dapat dilakukan dengan menggunakan *reactive distillation*. *Reactive distillation* merupakan suatu alat yang menggabungkan antara proses reaksi kimia dan proses distilasi ke dalam satu unit proses. Dalam beberapa penggunaan khusus di banyak kasus, ketika kesetimbangan reaksi termodinamika dapat membatasi konversi yang diperoleh, *reactive distillation* didesain sedemikian rupa sehingga produk reaksi meninggalkan zona reaksi akan langsung dipisahkan, dengan demikian dapat meningkatkan konversi secara signifikan. Penggabungan antara proses reaksi dan distilasi tersebut menghasilkan suatu bentuk penyederhanaan proses yang intensif, selain itu dapat menghasilkan sedikit arus *recycle* serta berkurangnya kebutuhan untuk pengolahan limbah sehingga dapat mengurangi biaya operasi dan investasi. Katalis yang digunakan dalam aplikasi *reactive distillation* adalah resin aktif yang mempunyai ion H^+ . Ion ini berperan dalam mempercepat reaksi esterifikasi sebagai contoh adalah *amberlyst-15*. Proses dijalankan pada suhu antara 90-150°C, konversi maksimal yang di dapat 91,7%.

Tabel 2. Perbandingan Beberapa Proses Produksi Isopropil Asetat

Proses	Bearse dan Morin	Esterifikasi
Bahan baku	Asam asetat Propilen	Asam asetat isopropil alkohol
Kondisi proses	100°C, 20 atm	(90-150)°C, 1 atm
Perbandingan Reaktan	Asam asetat : Propilen 1 : 1,4	Asam asetat : Isopropil alcohol 1 : 1,52
Reaksi	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_3\text{H}_6 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOHC}(\text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
Reaktor	<i>Fluidized bed</i>	<i>Reactive distillation</i>
Katalis	BF_3 dan HF	<i>Amberlyst 15</i>
Konversi	72%	91,7%

(Lai, 2006).

Dari kedua proses pembuatan isopropil asetat yang telah diuraikan di atas, maka dipilih proses pembuatan isopropil asetat proses esterifikasi dengan *reactive distillation*.

Pertimbangan pemilihan proses ini adalah:

- konversi tinggi
- prosesnya ramah lingkungan, tidak menimbulkan racun
- bahan baku relatif mudah diperoleh
- tidak diperlukan unit pemisahan katalis
- mengurangi arus *recycle*

1.4.2 Kegunaan Produk

Kegunaan isopropil asetat banyak dipakai sebagai pelarut aktif beberapa resin sintetis seperti etil selulosa, selulosa asetat, selulosa butirat, selulosa nitrat, beberapa vinil kopolimer, polistiren, dan resin metakrilat. Dan pemakaian

yang tidak kalah penting dari senyawa ini adalah sebagai pelarut (*solvent*) untuk *coating*, *paints*, pelarut tinta cetak/cair (*printing ink*), campuran (*ingredients*) pada pembuatan parfum/kosmetik, serta sebagai *extracting agent* pada produksi obat-obatan (Kirk and Othmer, 1999).

1.4.3 Sifat fisika dan sifat kimia bahan baku dan produk

1.4.3.1 Sifat fisika dan sifat kimia bahan baku

a. Asam asetat

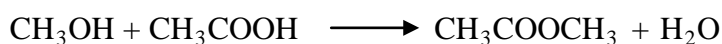
Sifat-sifat fisik:

Fase, 30°C, 1 atm	: Cair
Nama resmi	: Asam Etanoat
Rumus molekul	: CH ₃ COOH
Berat molekul	: 60,05 g/mol
Titik didih normal	: 117,9°C
Titik beku	: 16,6°C
<i>Spesific gravity</i>	: 1,051
Viskositas (20°C)	: 1,22 cp
Panas jenis	: 0,487 kal/g°C
Panas pelarutan dalam air (18°C)	: 6,3 kal/g

(Perry, 1997).

Sifat-sifat kimia asam asetat :

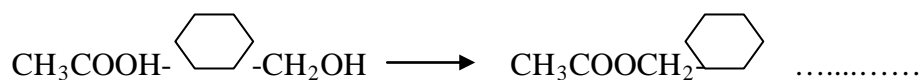
➤ Reaksi dengan alkohol menghasilkan ester



.....(4)

Metanol Asam Asetat Metil Etanoat Air

➤ Reaksi konversi menjadi ester



(5)

Benzyl alkohol

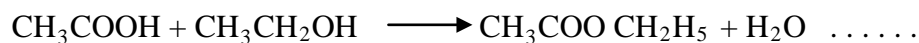
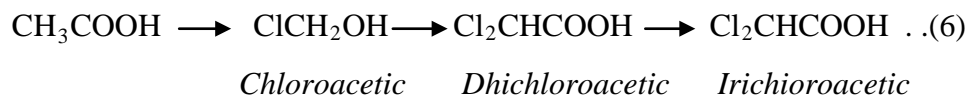
Benzyl asetat

➤ Substitusi dari *alkyl/aryl* group

Cl₂P

Cl₂P

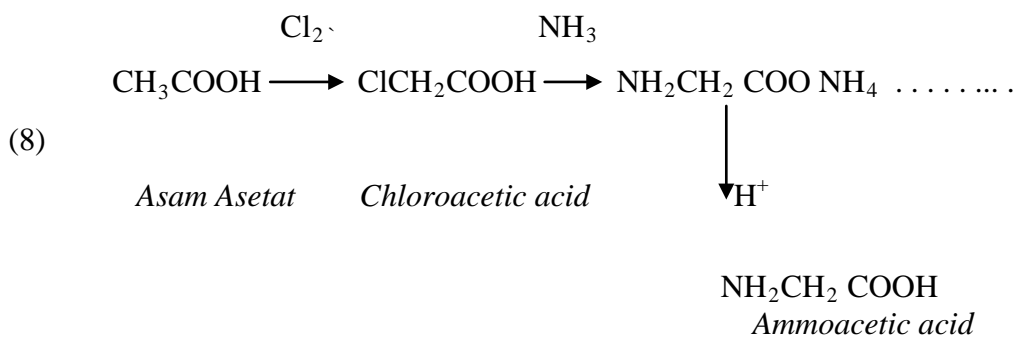
Cl₂P



(7)

Asam Asetat Etanol Etil Etanoat Air

➤ Reaksi dari halida dengan ammonia



b. Isopropanol

Sifat-sifat fisik :

Fase, 30°C, 1 atm	: Cair
Nama resmi	: Isopropil Alkohol
Rumus molekul	: $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$
Berat molekul	: 60,1 g/mol
Titik didih	: 82,3°C
Titik beku	: -88,5°C
Viskositas (20°C)	: 2,4 cp
Titik Leleh	: -89°C
Densitas (20°C)	: 0,7849 g/cm ³
Temperatur kritis	: 235,2°C
Tekanan kritis	: 4704 kPa

(Kirk and Othmer, 1999).

Sifat-sifat kimia isopropanol :

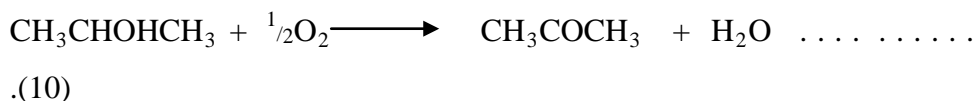
- Isopropil alkohol didehidrogenasi membentuk aseton dengan katalis bermacam-macam seperti logam, oksida, dan campuran logam dengan oksidanya.

Reaksi:



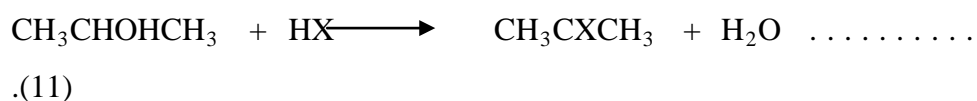
- Isopropil Alkohol dapat juga dioksida secara parsial membentuk aseton dengan katalis yang sama dengan proses dehidrogenasi.

Reaksi :



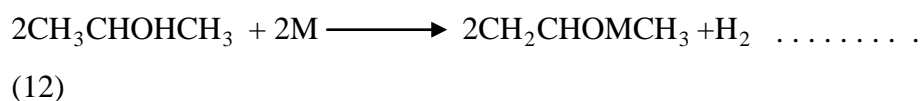
- Dengan asam halogen dihasil isopropil halide

Reaksi :



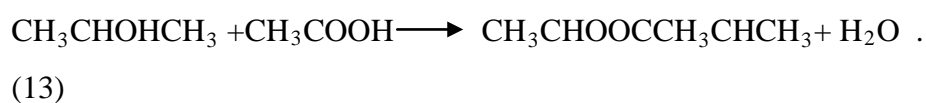
- Bereaksi dengan logam-logam aktif seperti *sodium* dan *potassium* membentuk metal isopropoksida dan hidrogen.

Reaksi :



- Alumina isopropoksida dapat dihasilkan dari refluk isopropil alkohol 99% aluminium dengan katalis mencuri oksida. Dengan asam asetat dan katalis asam sulfat dapat membentuk isopropil asetat.

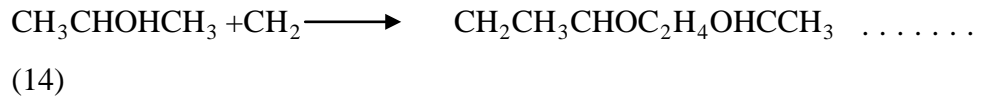
Reaksi :



- Dengan etilen oksida atau propilen oksida dengan katalis basa seperti

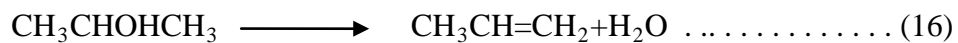
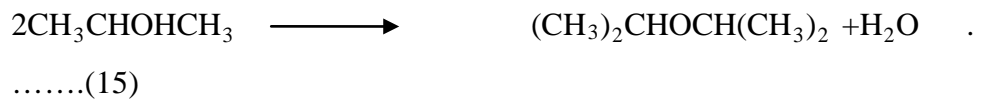
NaOH akan membentuk eter alkohol dari isopropil alkohol.

Reaksi :



➤ Isopropil alkohol dapat mengalami dehidrasi menghasilkan diisopropil eter ataupun propilen.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1999).

c. Katalis

Nama	: Amberlyst 15
Bentuk	: padatan
Bentuk ion	: H^+
Konsentrasi	: $\geq 4,7$ eq/kg
Surface area	: $53 \text{ m}^2/\text{g}$
Ukuran	: $0,3 - 0,425 \text{ mm}$
Diameter pori, Amstrong	: 300
Total pori	: $0,4 \text{ cc/g}$

(Rhom and Haas Company).

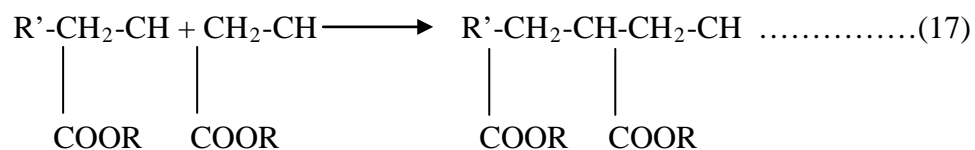
1.4.3.2 Sifat fisika dan sifat kimia produk

a. Isopropil asetat

Sifat-sifat fisik:

Fase, 30°C , 1 atm	: Cair
Nama resmi	: Isopropil asetat
Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$
Berat molekul	: $102,13 \text{ g/mol}$
Titik didih normal, 1 atm	: 89°C
Titik beku	: $-95,2^\circ\text{C}$
Spesific gravity, 20°C	: 0,887

Sifat kimia:



(Kirk and Othmer, 1999).

b. Air

Sifat fisika:

Rumus kimia	: H ₂ O
Berat molekul	: 18,015 g/mol
Titik leleh	: 0
Titik didih, 1 atm	: 100°C
Densitas	: 1000 kg/m ³

(Yaws,1999).

Sifat kimia:

Pelarut kimia yang baik (paling sering digunakan)

Merupakan reagen penghidrolisa pada reaksi hidrolisa

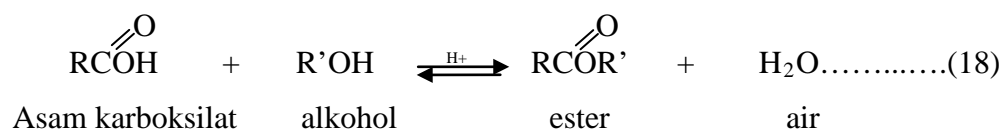
Memiliki sifat netral (pH = 7)

(Keyes, 1957).

1.5 Tinjauan Proses secara Umum

Proses yang terjadi pada pembuatan isopropil asetat adalah proses esterifikasi. Esterifikasi adalah proses pembentukan ester. Suatu ester asam karboksilat adalah suatu senyawa yang mengandung gugus –CO₂R dengan R dapat berbentuk alkil atau aril. Suatu ester dapat dibentuk dengan reaksi antara suatu asam karboksilat dan suatu alkohol dengan atau antara suatu asam karboksilat dengan suatu senyawa olefin.

Reaksi esterifikasi secara umum :



(Fessenden and Fessenden, 1986).